**La Conexión Faltante en el Sistema**

En nuestro análisis anterior (fase\_4\_proyeccion), creamos un modelo que responde a la pregunta: "Si el inventario al final del mes es X, ¿cuál será el ingreso total?". Para hacer una proyección, tuvimos que inventar un escenario futuro para el inventario (usamos el promedio histórico). Tu observación es correcta: este es el eslabón más débil.

El nuevo proyecto, proyectar las cantidades de inventario, reemplaza esa suposición con una predicción basada en datos. Esto conecta directamente con tu diagrama:

El Inventario PT no es una variable independiente; es el resultado de dos fuerzas:

* Entradas (Inflow): Lo que llega desde Fabricación.
* Salidas (Outflow): Lo que se consume en Ventas.

Por lo tanto, proyectar el inventario es, en esencia, proyectar el resultado neto de estas dos fuerzas.

**Estrategias para Proyectar el Inventario**

Tenemos dos caminos principales para abordar esto, uno pragmático y otro más sistémico.

**Estrategia 1: Pronóstico de Series de Tiempo Univariado (El Enfoque Pragmático)**

Este es el paso más directo y práctico.

* Concepto: Tratar la cantidad de cada ítem de inventario como una serie de tiempo independiente. Ignoramos (por ahora) por qué cambia el inventario y nos centramos en predecir su comportamiento futuro basándonos en su comportamiento pasado.
* Metodología:
  1. Tomar nuestro df\_master.
  2. Para cada uno de los "ítems clave" que identificamos en la Fase 3 (ej. INV\_1\_L\_PETT, INV\_1\_2\_GALON, etc.), ajustar un modelo de pronóstico de series de tiempo.
  3. Los modelos a usar pueden ser SARIMA (si hay estacionalidad), Suavizamiento Exponencial (Holt-Winters), o incluso Prophet de Facebook.
* Cómo se conecta con nuestro trabajo anterior:
  1. Este enfoque nos daría una proyección para cada INV\_Item\_X para el próximo mes (o los próximos N meses).
  2. Estos valores proyectados reemplazarían directamente al future\_inventory\_scenario que creamos en el Paso 4.3 de la fase\_4\_proyeccion.
  3. En lugar de usar X\_final.mean(), usaríamos un DataFrame con las cantidades proyectadas por los modelos de series de tiempo.
* Resultado: Nuestra proyección de ingresos ya no se basaría en un promedio estático, sino en una proyección dinámica del estado del inventario.

**Estrategia 2: Modelado Causal / Sistémico (El Enfoque Robusto)**

Este enfoque es más complejo pero se alinea mejor con la realidad de tu diagrama de flujo y tus intereses en la complejidad.

* Concepto: Modelar el inventario como una función de sus verdaderos impulsores. La ecuación fundamental es:

Inventario(t) = Inventario(t-1) + Producción(t) - Ventas(t)

* Desafío: No tenemos datos de Producción(t) ni de Ventas(t) por ítem.
* Solución (Inferencia): Podemos usar el cambio en el inventario como un proxy de la actividad neta.

Cambio\_Inventario(t) = Inventario(t) - Inventario(t-1)

Este Cambio\_Inventario representa Producción(t) - Ventas(t). Si es muy negativo, significa que las ventas superaron con creces la producción.

* Metodología:
  1. Crear una nueva serie de tiempo para cada ítem: Cambio\_Inventario\_Item\_X.
  2. Pronosticar esta serie de "cambios".
  3. Calcular el inventario futuro: Inventario\_Proyectado(t+1) = Inventario\_Actual(t) + Cambio\_Proyectado(t+1).
* Cómo se conecta con nuestro trabajo anterior:
  1. Este método es más robusto porque modela los flujos (cambios) en lugar de los niveles (stocks), lo que a menudo es más estable.
  2. Si en el futuro obtuvieras datos de la Orden de Producción, podrías construir un modelo aún más potente, como un Vector de Autocorrección (VAR), que modele Inventario, Producción y Ventas (inferidas) como un sistema totalmente interconectado.

**Plan de Acción Recomendado**

1. Comenzar con la Estrategia 1 (Univariada): Es la forma más rápida de mejorar drásticamente el modelo de proyección de ingresos que ya tenemos. Es un *"quick win"* que añade mucho valor.
2. Acumular Datos: Continuar el proceso de añadir más meses de datos a df\_master. Con un historial más largo (+24 meses), los modelos de series de tiempo se volverán mucho más precisos.
3. Explorar la Estrategia 2 (Sistémica) a Largo Plazo: A medida que los datos y el tiempo lo permitan, evolucionar hacia un modelo que incorpore explícitamente las relaciones causales del diagrama. Esto te acercaría a tener no solo un modelo de pronóstico, sino un simulador digital de tu operación.

En resumen, la proyección de inventario no es un desvío, sino el puente que conecta nuestro análisis estadístico con la realidad operativa de tu empresa, cerrando el bucle de retroalimentación que va de la Proyección de nuevo a la Producción y las Compras.